

Opinnäytetyö (AMK)

Fysioterapian koulutusohjelma

Fysioterapeutti

2015

Kati Koskela

# TASAPAINON HALLINTA VIRTUAALITODELLISUUS- YMPÄRISTÖSSÄ

– Vertailu terveen henkilön ja  
aivoverenkiertohäiriön sairastaneen välillä



**TURUN AMMATTIKORKEAKOULU**  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Fysioterapian koulutushjelma | Fysioterapeutti

2015 | 48

Niina Katajapuu

Kati Koskela

# TASAPAINON HALLINTA VIRTUAALITODELLISUUSYMPÄRISTÖSSÄ - VERTAILU TERVEEN JA AIVOVERENKIERTOHAIRIÖN SAIRASTANEEN VÄLILLÄ

Opinnäytetyössä perehdyin virtuaalitodellisuuteen luodussa ympäristössä tapahtuvaan kuntoutukseen ja sen mahdollisuuksiin. Tutkimusmenetelminä käytin havainnointia: havainnoin tutkimushenkilöiden tasapainon hallintaa virtuaalitodellisuusympäristössä. Tutkimukseen osallistui kaksi henkilöä, toinen aivoverenkiertohäiriön sairastanut, toinen terve henkilö. Heidän toimintakykynsä selvittämiseen ja vertailuun heille toteutettiin 10-metrin kävelytesti ja Dynamic Gait Index. Opinnäytetyötä varten kehitettiin pelidemo, mihin luodussa ympäristössä tutkimukseen osallistuvat henkilöt liikkuvat. Tasapainon hallintaa havainnoitiin niin paikallaan ollessa kuin kävellessäkin. Saadut tulokset ovat hyvin yksilökohtaisia, eikä niistä voi tehdä suoria johtopäätöksiä. Kuitenkin harjoittelumotivaation näkökulmasta tulokset ovat rohkaisevia ja tarjoavat tärkeää näkökulmaa jatkotutkimuksille.

## ASIASANAT:

Tasapaino, asennon hallinta, aivojen verenkiertohäiriöt, fysioterapiamenetelmät, virtuaalitodellisuus, virtuaalitekнологia, havainnoiva tutkimus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in Physiotherapy | Physiotherapist

2015 | 48

Niina Katajapuu

Kati Koskela

# BALANCE CONTROL IN A VIRTUAL REALITY ENVIRONMENT – COMPARISON BETWEEN A HEALTHY PERSON AND A PERSON WITH A CEREBROVASCULAR ACCIDENT

In this thesis I familiarised myself with rehabilitation occurring in surroundings created in virtual reality and its possibilities. I used observation as a research method: I observed the balance control of my subjects in a virtual reality environment. Two people were involved in the study: one who has had a cerebrovascular accident and one healthy person. To examine and compare their performance, a 10-meter walking test and Dynamic Gait Index were executed. A game demo was developed for the thesis, and people who participated in the study moved around in the surroundings created for the demo. Balance control was observed both while staying in place and while walking. The observation results are very specific, and no direct conclusions can be made of them. However, from the viewpoint of practice motivation, the results are encouraging and provide important aspect for follow-up research.

## KEYWORDS:

Balance, posture control, cerebrovascular accidents, physiotherapeutic methods, virtual reality, virtual technology, observation research

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 YMPÄRISTÖN MERKITYS KUNTOUTUKSESSA</b>	<b>8</b>
2.1 Ympäristön rooli toimintakyvyssä	8
2.2 Ympäristön rooli motorisessa oppimisessa	9
2.3 Ympäristön merkitys kuntoutumisessa	10
2.3.1 Näköhavainnon merkitys kuntoutumisessa	12
<b>3 TASAPAINO JA ASENNONHALLINTA</b>	<b>13</b>
<b>4 AIVOVERENKIERTOHÄIRIÖ</b>	<b>17</b>
4.1 Aivoverenkiertohäiriön vaikutuksista motoriikkaan	18
<b>5 VIRTUAALITODELLISUUS</b>	<b>19</b>
5.1 Näyttölaite	19
5.2 Immersio	20
<b>6 VIRTUAALITODELLISUUDEN KÄYTTÖ FYSIOTERAPIASSA</b>	<b>21</b>
<b>7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS</b>	<b>23</b>
<b>8 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS</b>	<b>24</b>
8.1 Tutkimushenkilöt	24
8.2 Aineistonkeruumenetelmät	24
8.2.1 Liikkumiskyky- ja tasapainotestit	24
8.2.2 Avoin haastattelu	25
8.2.3 Systemaattinen havainnointi	25
8.3 Aineiston analyysi	26
8.4 Tutkimuksen eteneminen	26
8.5 Pelisovelluksen kehittäminen	27
8.6 Liikepahoinvointitesti	28
8.7 Tutkimusasetelma	<b>Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.</b>
8.7.1 Staattisen tasapainon havainnointi	29
8.7.2 Dynaamisen tasapainon havainnointi	30
8.7.3 Haastattelut	30

<b>9 TUTKIMUSTULOKSET</b>	<b>32</b>
9.1 Dynamic Gait Index ja 10-minuutin kävelytesti	32
9.2 Asennon hallinnan havainnointi	33
9.2.1 Henkilö A	33
9.2.2 Henkilö B	34
9.3 Tutkimushenkilöiden kokemus asennonhallinnasta	35
9.3.1 Henkilö A	35
9.3.2 Haastattelu, Henkilö B	36
<b>10 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>37</b>
<b>11 POHDINTA</b>	<b>39</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>41</b>

## **LIITTEET**

- Liite 1. Dynamic Gait Index pisteytyskaavake
- Liite 2. 10-minuutin kävelytesti
- Liite 3. Tasapainon havainnointi kaavake
- Liite 4. Avoin haastattelu, haastattelun runko

## **KUVAT**

Kuva 1 ICF-luokituksen osa-alueiden vuorovaikutussuhteet	8
Kuva 2 Motorinen kontrolli	10
Kuva 3 Luotisuora	15
Kuva 4 Tasapainostrategiat	16
Kuva 5 Oculus rift	20

# 1 JOHDANTO

Teknologian ja peliteollisuuden saralla tehdään jatkuvasti uusia innovaatioita ja niistä tehdään sovelluksia terveydenhoitoon ja kuntoutukseen. Fysioterapiassa virtuaalitodellisuutta hyödyntäviä sovelluksia on esimerkiksi Nintendo Wii:llä. Wii:ssä peliä ohjataan Wii Remote- peliohjaimen avulla. Ohjain toimii langattomasti Bluetooth-tekniikalla ja sisältää liiketunnistimen. (Bergsala 2015). Vielä toistaiseksi tällaiset sovellukset toimivat niin, että henkilö kävelee kävelymatolla ja katselee virtuaaliympäristöä kauempana olevan näytön kautta, tai kuten Wiillä, reagoi virtuaaliympäristön tapahtumiin peliohjaimen avulla. Normaalisti pelatessa videopelejä tietokoneella tai pelikonsolilla peliympäristö näkyy vain ruudulla. Motivoituminen kuntoutukseen voisi olla vaikutuksellisempaa, jos henkilö tuntisi olevansa oikeasti toisessa ympäristössä, kun hän näkisi harjoitteluympäristönsä joka puolella. Peliteollisuudessa on muutama vuosi sitten kehitetty laite, jolla tällainen on mahdollista. Päähän laitettava näyttölaite, kuten tässä opinnäytetyössä käytetty Oculus Rift, mahdollistaa virtuaalitodellisuusympäristön tarkastelun joka suunnasta. Myös muilta julkaisijoilta on tullut markkinoille samankaltaisia laitteita.

Tutkimuksia fysioterapian ja näyttölaitteen käytön, sekä sille luotujen pelisovellusten käytöstä, kehityksestä ja vaikuttavuudesta on tehty ympäri maailman. Tämän uuden teknologian yhdistäminen fysioterapiaan on vielä alkutekijöissä, vaikka tutkimusta tehdään runsaasti. Mahdollisuudet ovat kuitenkin miltei rajattomat. Fysioterapian ja peliteollisuuden yhdistäminen kiinnostaa, etenkin koska nykymaailma on menossa teknologisempaan suuntaan. On olemassa jo useita kuntoutusmuotoja, jotka hyödyntävät pelitekniikkaa ja virtuaalitodellisuussovelluksia jossain määrin (Weiss, P; Keshner, E; Levin, M. 2012. 14).

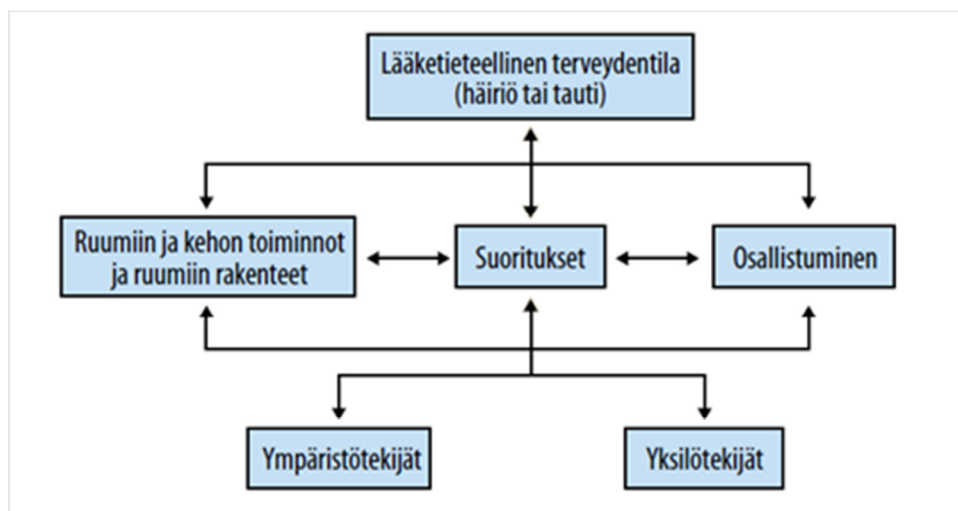
Fysioterapiassa ja ihmisen toimintakyvyssä näköaistilla ja ympäristöllä on suuri merkitys. Ajatus, että henkilön saisi tuotua terapiatilasta johonkin aivan muuhun ympäristöön, saattaisi vaikuttaa positiivisesti kuntoutuksen etenemiseen. On kuitenkin vielä paljon ongelmakohtia ja tutkittavaa ennen kuin toimivaa kuntoutussovellusta voidaan rakentaa virtuaaliympäristöön. Ihminen on monimuotoi-

nen kokonaisuus, johon vaikuttavat useat ilmiöt niin ympäristössä kuin kehosammekin. Ajatus opinnäytetyöhön lähti todella laajasta, monimutkaisesta toiminnasta; kävelystä. Matkan varrella opinnäytetyön pääpaino keskittyi havainnoimaan kävelylle tärkeää toimintoa; tasapainoa. Opinnäytetyössä syvennyin tasapainoon vaikuttaviin tekijöihin ja havainnoin tasapainon hallintaa virtuaaliteollisuusympäristössä.

## 2 YMPÄRISTÖN MERKITYS KUNTOUTUKSESSA

### 2.1 Ympäristön rooli toimintakyvyssä

Kuntoutumisessa ympäristöllä on erittäin tärkeä rooli. Ympäristö voi olla kuntoutumista tukeva tai sitä estävä. ICF on kansainvälinen toimintakyvyn, toimintarajoitteiden ja terveyden luokitus. Sen avulla kuvataan, miten sairauden tai vammän vaikutukset näkyvät yksilön elämässä. ICF-luokitus mahdollistaa yksilön toimintakyvyn kuvaamisen kokonaisvaltaisena ilmiönä. Toimintakyky ja toimintarajoitteet ovat ICF:n mukaan moniulotteinen, vuorovaikutuksellinen ja dynaaminen tila, joka koostuu vallitsevan terveydentilan sekä yksilön ja ympäristön yhteisvaikutuksesta. (Terveyden- ja hyvinvoinnin laitos, 2014). ICF-luokituksessa ympäristötekijät määritellään fyysiseksi, sosiaalseksi ja asenneympäristöksi, missä ihmiset elävät ja asuvat. Ympäristötekijät vaikuttavat toimintakyvyn kaikkiin osa-alueisiin ollen vuorovaikutuksessa niin ”Ruumiin/kehon toiminnot ja rakenteet” -osa-alueen kuin ”Suoritukset” ja ”Osallistuminen” -osa-alueiden kanssa. (Stakes, 2004).



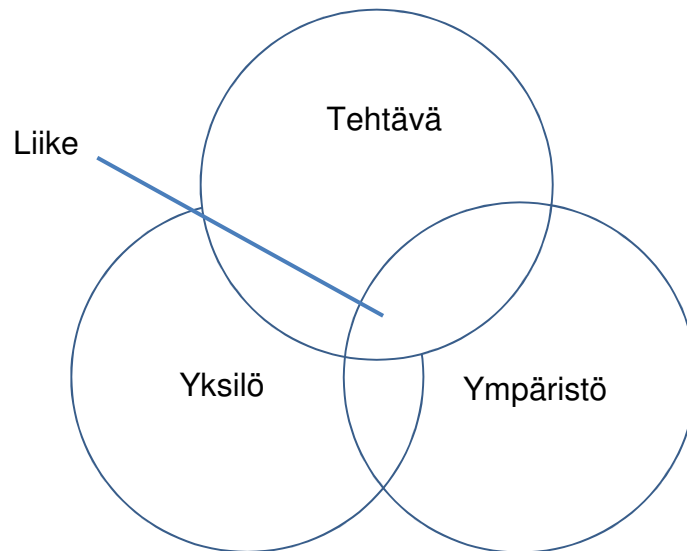
Kuva 1 ICF-luokituksen osa-alueiden vuorovaikutussuhteet (Kerätär ym. 2014)



## 2.2 Ympäristön rooli motorisessa oppimisessa

Kaurasen (2011) mukaan motorinen oppiminen voidaan määritellä joukoksi harjoittelun ja kokemuksen aikaansaamia sisäisiä prosesseja, jotka johtavat pysyviin muutoksiin motorisessa kyvykkyydessä ja taitoa vaativissa suorituksissa. (Kauranen 2011). Motorisen oppimisen avulla ihminen sopeutuu ympäristön asettamiin motorisiin vaatimuksiin sekä toimii ja kommunikoi ympäristön kanssa. Motorista oppimista tarvitaan uusien motoristen taitojen oppimiseen ja aikoihin hallittujen taitojen uudelleen oppimiseen. Motorinen oppiminen on tilannesidonnaista. Yhdessä kontekstissa opittu motorinen taito ei välttämättä siirry automaattisesti toiseen kontekstiin. Uutta motorista taitoa harjoitellessa tulisi ensisijaisesti miettiä, missä ympäristössä ja asiayhteydessä taitoa tullaan käyttämään. (Kauranen 2011, 291).

Motorinen kontrolli (kuva 1) eli liikkeen säätelyn taito tarkoittaa kykyä säännöstellä ja suunnata liikkumiseen tarvittavia mekanismeja. Liikkeeseen ja liikkumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat suoritettavan tehtävän luonne, yksilön ominaisuudet ja ympäristö. Yksilö tuottaa liikkeen, joka vastaa vaadittua tehtävää vallitsevassa ympäristössä. Yksilön, ympäristön ja tehtävän ominaisuudet voivat olla myös liikkeiden säätelyä rajoittavia. Yksilön kapasiteetti kohdata ja täyttää tehtävän ja ympäristön vaatimukset määrittää hänen toimintakykyään. (Shumway-Cook, Woollacot 2012, 4-5)



Kuva 2 Motorinen kontrolli (Mukaillen Shumway-Cook 2012, 4-6)

Liikkeen säätelyyn vaikuttava tehtävä voidaan jakaa sen mukaan, onko liike yksittäinen vai jatkuva, suoritetaanko se paikallaan vai liikkuen ja toteutetaanko liike suljetulla vai avoimella ketjulla. Ympäristö voidaan jakaa tekijöihin jotka vaikuttavat liikkeeseen suoraan, esimerkiksi nostettavan esineen paino, sekä tekijöihin, jotka vaikuttavat liikkeeseen epäsuorasti, kuten ympäristön taustahäly. Taustahäly tai huono valaistus saattavat haitata liikkeen suorittamista. Yksilön kannalta liikkeen säätelylle ovat tärkeitä keskushermoston, lihasten ja nivelten toimintaan, havaintojen ja kognition yhteistoiminta. (Shumway-Cook, Woollacot 2012, 4-6).

### 2.3 Ympäristön merkitys kuntoutumisessa

Useat tutkimukset osoittavat, että harjoittelu erilaisissa ympäristöissä edistää aivojen uudelleen muotoutumista, mikä mahdollistaa oppimisen. Kokeessa, missä rotat, jotka elivät ympäristössään, missä oli paljon virikkeitä, suoriutuivat

merkittävän paljon paremmin motorisia taitoja vaativista tehtävistä kuin rotat, jotka elivät tavallisessa häkissä. (Carr & Shepherd 2010, 5). Kliiniset havainnot ja motorisesta kontrollista tehdyt tutkimukset viittaavat siihen, että ympäristö aktivoi motoriset mallit käyttöön. Esimerkiksi kurkotellessa esinettä aktivoivat ympäristön ja esineen ominaisuudet käytettävän liikemallin. (Carr & Shepherd 2010, 10).

Sairaalamaailmassa ja kuntoutuskeskuksissa tehdyt havainnot antavat näkemystä yksilön toiminnasta näissä ympäristöissä. Yksilön ominaisuudet vaikuttavat siihen, miten he näkevät ja kokevat ympäristönsä. Nuori aivoverenkiertohäiriön sairastanut henkilö näkee sairaalaympäristön eri lailla kuin iäkäs henkilö. Kuntoutumisen viivästyminen saattaa joskus selittyä sillä, että ympäristö ei ole tarpeeksi haastava ja motivoiva. Ympäristön yksittäiset fyysiset ominaisuudet voivat rajoittaa yksilön käytöstä. Esimerkiksi tuolin mataluus saattaa vaikeuttaa siltä ylösnousua; vaihdettaessa korkeampaan tuoliin seisomaan nousu helpottuu. Tuolilta ylösnousua voi vaikeuttaa myös se, jos terapeutti seisoo liian lähellä potilasta. (Carr & Shepherd 2010, 10).

Kuntoutuksessa ympäristöä muuttamalla voidaan tehostaa motorista oppimista. Heti, kun henkilö pystyy kävelemään jonkin matkaa itsenäisesti, haastetaan taito erilaisilla tehtävillä vaihtelevissa ympäristöissä. Päähyöty ympäristön vaihdolla voi olla siinä, että se haastaa ongelmanratkaisukykyä ja näin edesauttaa muutoksia motorisessa kontrollissa. (Carr & Shepherd 2010, 116) Vaihteleva ja sopivasti haastava ympäristö saattaa edistää kuntoutumista ja motivaatiota.

Ympäristön ominaisuuksien vaikutus, kuten sairaalassaolon vaikutus aivohalvauskuntoutujan käytökseen ja autonomian tunteeseen sekä oma-aloitteisuuteen, on vielä vähän ymmärretty aihealue. Kuitenkin otettaessa huomioon aivohalvauskuntoutujien alhainen aktiivisuustaso sairaalajakson aikana ja passivoiva rooli potilaana, voidaan olettaa, että kuntoutusympäristöön tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. (Holmqvist ym. 2001). Tutkimuksessaan Holmqvist ym. (2001) huomasivat, että kuntoutujat, jotka saivat kuntoutusta kotonaan, olivat oma-aloitteisempia ja saavuttivat tavoitteensa useammin kuin ne, jotka saivat kuntoutusta sairaalaloissa.

### 2.3.1 Näköhavainnon merkitys kuntoutumisessa

Näköaisti on aisteistamme kaikkein dominoivin; sen kautta saatu tieto ajaa muista aistinelimistä tulevan tiedon ohi. Tästä syystä keräämme tietoa ympäristöstämme mieluiten näköaistin kautta. Suurin osa kehomme ulkopuolelta tulevasta informaatiosta saadaan näköaistin kautta. (Kauranen 2011, 156).

Asennon hallinnassa visuaaliset ärsykkeet kertovat ympäröivien kohteiden sijainnin ja liikkeen. Näköaistin kautta saadaan tieto myös pään liikkeistä ja tätä kautta ympäröivien kohteiden liikkeistä. Liikkuessa pää kulkee eteenpäin ja ympäristön esineet vastakkaiseen suuntaan. Sanotaan, että tasapainon kannalta laajalla näkökentällä olisi tärkeämpi rooli kuin näköaistin tarkalla pisteellä. (Shumway-Cook, Woollacot 2012. 180-181).

Visuaalisen järjestelmän tärkeys korostuu tasapainon säilyttämisessä kävelyn aikana. Näköaistilla ”skannataan” ympäristöä liikkuessa, saaden tietoa sen fyysisestä luonteesta (esteistä, pinnan muodoista, objektien liikkeestä ja etäisyydestä). Visuaalisen informaation kautta saadaan tietoa myös omasta vertikaalisuudesta, sillä useimmat asiat ympäristössämme ovat vertikaalisia (oven ja ikkunan karmit, rakennusten seinät, pöydän jalat). Näköaistin kautta siis saadaan jatkuvaa tietoa ympäristön staattisista ja dynaamisista piirteistä. Tätä informaatiota käytetään kävelyn säätelyssä ja tasapainon ylläpidossa. (Carr & Shepherd 2010, 164-168. Shumway-cook, Woollacot. 2012, 180-181).

### 3 TASAPAINO JA ASENNONHALLINTA

Tasapaino eli asennonhallinta tulee meille tietoisuuteen vasta silloin, kun tuntemme olomme epävakaaaksi, kun meillä on uhka kaatua tai jos asennonhallinta on häiriintynyt sairauden tai trauman vuoksi (Carr & Shepherd 2010, 163). Tasapaino voidaan määrittää kyvyksi kontrolloida kehon asentoa, massaa ja painopistettä tukipinnan suhteen lihasvoimalla ja saapuvan sensorisen informaation avulla. Kun ihminen kykenee hallitsemaan kehoaan suhteessa painovoimaan, on liikkuminen mahdollista. Kykyä säilyttää tasapaino liikkeen aikana kutsutaan asennonhallinnaksi. Asennon kontrolli käsittää ne hermolihaskäytännön toiminnat, joiden avulla ihminen säätelee kehonsa asentoa ja painopistettä ympäristössä. (Kauranen 2011, 180. Page, Phil; Frank, Clare C.; Lardner, Robert 2010). Näitä järjestelmiä ovat vestibulaarinen, somatosensorinen ja visuaalinen järjestelmä. Ne antavat tietoa omasta kehosta suhteessa ympäröivään tilaan liikkeen ja paikallaanolon aikana. (Carr & Shepherd 2010, 164- 168).

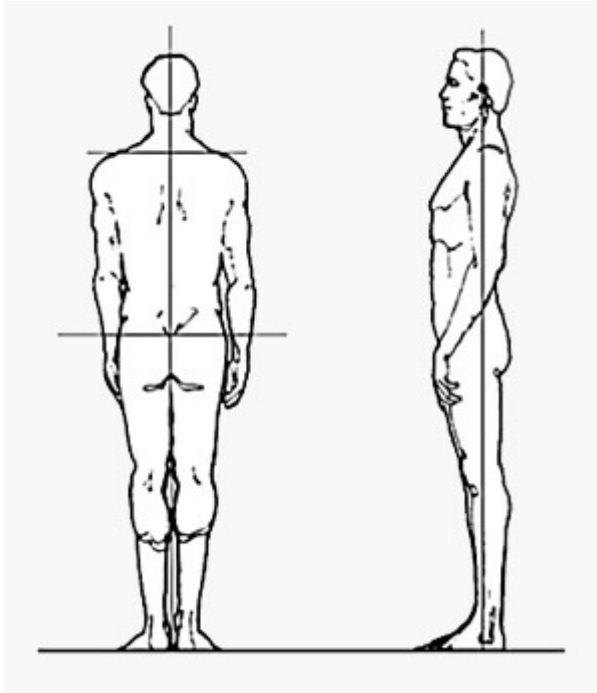
Dynaaminen systeemiteoria tarjoaa näkemyksen, jonka mukaan pystyasennon säilyttämistä ja liikkeen tuottamista säätelevät ympäristöstä ja ihmisen kehosta tuleva aistien välittämä informaatio. Tasapaino on siis taito, minkä ihminen oppii käyttämällä monia järjestelmiä. (Talvitie s. 228- 229).

Kun kehon painopiste ylittää tukipinnan rajat, on tasapaino uhattuna. Visuaalinen informaatio antaa tietoa vallitsevasta ympäristöstä ja pään asennosta suhteessa horisonttiin. Vestibulaarisysteemi tuottaa tietoa pään ja kehon asennosta sekä tukipinnan muutoksista. Somatosensoriikan kautta saadaan tietoa proprioseptiikasta, lämpötilasta ja kivusta. Myös kognitio ja huomiokyky vaikuttavat tasapainoon. (Carr & Shepherd 2010,

Asennon hallintaan vaikuttavat yksilön lisäksi ympäristö ja suoritettava tehtävä. Kyky kontrolloida kehon asentoa ympäröivässä tilassa on tulosta lihasten ja hermojärjestelmän monimuotoisesta yhteistyöstä. Tätä systeemiä kutsutaan asennon hallintajärjestelmäksi. (Shumway & Cook 2012. 161). Asennon hallintaan sisältyvät asennon vakaus ja asennon sopeuttaminen. Asennon vakaudes-

ta puhuttaessa tarkoitetaan tasapainoa. Tasapaino on kyky säilyttää kehon painopiste tukipinnan rajojen sisäpuolella. Massakeskipiste (COM= center of mass) kuvaa kehon massan keskimääräistä sijaintia; hypoteesina on, että COM on avaintekijänä asennon hallinnassa. Painopiste (COG=center of gravity) kuvaa myös kehon massakeskipistettä, minkä kautta painovoima vaikuttaa vertikaalisesti yksilöön. Tukipinta (BOS= base of support) on se osa kehosta, mikä on kontaktissa alustaan. (Shumway- Cook, Wollacott 2012. 162). Kykymme säädellä kehon asentoa vallitsevassa ympäristössä on lähtökohtana kaikelle toiminnallemme. Jokainen tehtävämme edellyttää asennonhallintaa ja jokaisessa tehtävässä on asennon vakauttamisen ja sopeuttamisen komponentit vaihtelevissa suhteissa. Kuten pallon maaliin potkaisemisessa saattaa potkaisija kaatua saadakseen pallon onnistuneesti maaliin. Näin ollen, vaikka asennon hallintaa tarvitaan jokaisessa tehtävässä, vakaus ja sopeutuminen vaihtelevat laajasti. (Shumway- Cook, Wollacott. 163). Ympäristö asettaa suoritettavan tehtävän lisäksi haasteita asennonhallinnalle. Esimerkiksi kirjan lukeminen istuen tai lukeminen seisten sisältävät erilaiset haasteet COG:n pitämisessä tukipinnan sisäpuolella. Kävellessä vaatimukset tasapainon ylläpitoon kasvavat, tällöin COG on tukipinnan ulkopuolella ja asennon hallinta säilytetään liikkeen avulla. (Shumway- Cook, Wollacott 165). Liikkuvassa bussissa seisominen asettaa jälleen uusia haasteita asennon hallinnalle, koska tällöin tukipinta on liikkuva. (Shumway- Cook, Wollacott 164).

Paikallaan seisoessa on tyypillistä, että ilmenee hieman huojuntaa, vaikka seisomista/istumista paikallaan kutsutaan staattiseksi tasapainoksi, koska tukipinta ei liiku. Sana on kuitenkin harhaanjohtava, sillä asennon hallinta on silloinkin dynaamista, koska siihen osallistuvat silloinkin monet eri järjestelmät. Paikallaan seisoessamme tasapainoomme vaikuttavat kehon linjaus eli luotisuora (kuva 3). Tämän luotisuoran kautta painovoima vaikuttaa kehoomme ja mitä optimaalisempi luotisuora on, sitä paremmin saamme tasapainomme säilytetyä.

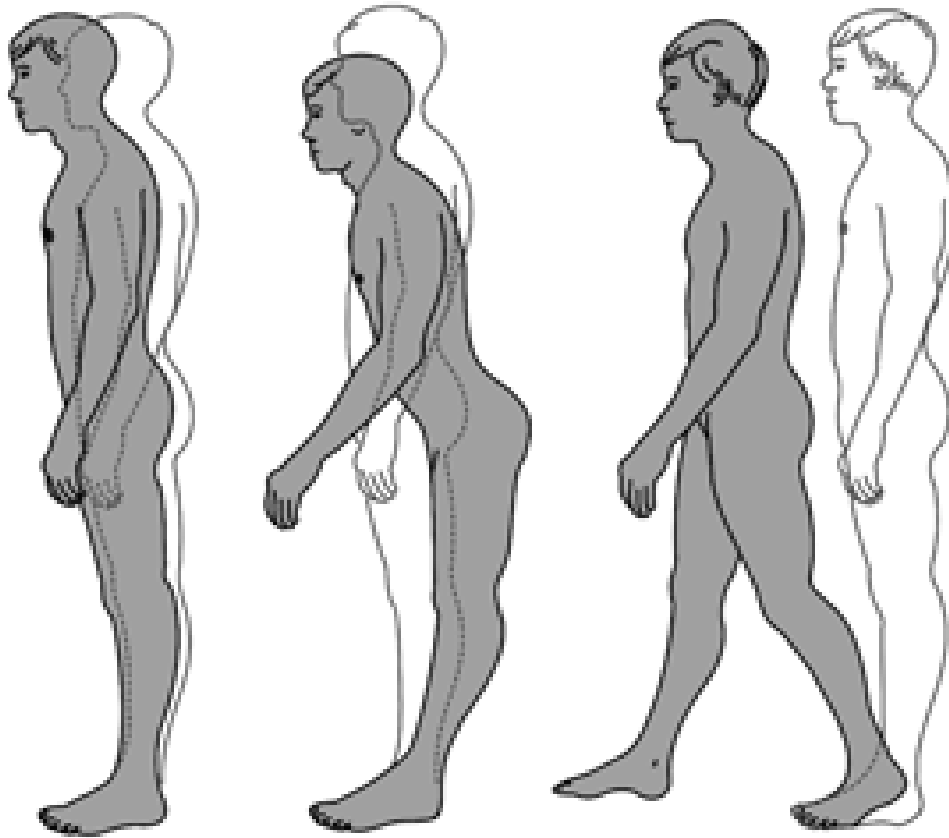


Kuva 3 Luotisuora (<http://www.thespinaltouch.com/>)

Keholla on strategioita tasapainon säilyttämiseen silloin, kun tasapaino on uhatuna. Nämä ovat ihmisen automaattisia reaktioita. Tasapainostrategioita ovat nilkka-, lonkka- ja askellusstrategia. (Page ym. s.19- 20). Tasapainomme häiriintyy yleensä tilanteissa, joissa tukipinta liikkuu, kompastuessamme esteeseen, kävellessämme liukkaalla pinnalla tai tullessamme tönäistykksi. Tällaisiin tilanteisiin ennakoidaan kokemuksen ja näön kautta ja silloin, kuten äkillisenkin tilanteen sattuessa, otetaan käyttöön automaattiset tasapainostrategiat. (Carr & Shepherd, 2010. 170).

Yleisin vaste pieneen etu- tai takasuuntaiseen tukipinnan liikkeeseen on nilkkastrategian käyttöönotto (kuva 4). Tällöin tasapainon korjaus tapahtuu pääasiassa nilkkanivelestä. (Carr & Shepherd, 2010. 171). Tasapainon häiriintyessä enemmän tai tukipinnan ollessa pienempi saatetaan ottaa käyttöön lonkkastrategia (kuva 2). Lonkkastrategiassa laajemmat, lonkasta lähtöisin olevat liikkeet palauttavat COM:in takaisin tukipinnan päälle. Tasapainon hallinnan säädöt tulevat pääosin lonkkanivelistä. Askellusstrategiassa (kuva 2) otetaan nopea askel tai hypähdys tarkoituksena saada uusi tukipinta COM:ille silloin kun nilkka- ja

lonkkastrategia eivät ole riittäviä tasapainon ylläpitoon. (Carr & Shepherd, 2010. 171).



Kuva 4 Tasapainostrategiat: vasemmalla nilkkastrategia, keskellä lonkkastrategia ja oikealla askellus  
([http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?id\\_materia=3211&fase=imprime](http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?id_materia=3211&fase=imprime))



## 4 AIVOVERENKIERTOHAIRIÖ

Aivoverenkiertohäiriö (AVH) tarkoittaa kahta erilaista tilaa: paikallista aivovaltimon verenvuotoa eli hemorragiaa tai paikallista aivokudoksen verettömyyttä eli iskemiasa. Hemorragiassa aivovaltimo voi vuotaa aivoaineeseen, jolloin kyse on aivoverenvuodosta, tai lukinkalvonalaisen tilaan, jolloin kyseessä on subaraknoidaalivuoto eli SAV. Iskeemisiä aivoverenkierohäiriöitä ovat ohimenevä iskeeminen kohtaus eli TIA ja aivoinfarkti, joka jaetaan suurten suonten (brain infarct), pienten suonten (lacunar infarct) tautiin ja sydänperäisiin embolioihin (cardiac embolism.) (Soinila ym. 2006. 271-271).

Aivoverenkiertohäiriöihin sairastuu maassamme vuosittain noin 14000 henkilöä, joista neljännes on työikäisiä. AVH:t ovat kolmanneksi yleisin kuolinsyryryhmä, niihin menehtyy vuosittain noin 5000 henkilöä. Noin 70% eloonjääneistä potilaista selviytyy myöhemmin kotonaan ja viidennes palaa työelämään. Kuitenkin AVH:t aiheuttavat enemmän laatu-painotteisten elinvuosien menetystä kuin mikään muu sairaus, sillä eloonjääneistä puolelle jää pysyvä haitta. (Soinila ym. 2006, 271).

AVH:n yleisin syy on aivovaltimon veritulppa, joka aiheuttaa aivoinfarktin. Syynä tähän on yleensä ateroskleroosi, joka aiheuttaa myös sepelvaltimotautia. Sydän- ja aivoinfarkilla onkin näin ollen samat riskitekijät. Näistä tärkeimmät ovat tupakointi, korkea kolesterolia ja kohonnut verenpaine. Neljännes aivoinfarkteista syntyy sydäimestä lähtöisin olevasta emboliasta. Verihyytymä kulkeutuu valtimoihin pitkin aivovaltimon haaraan tukkien sen. Noin 15% aivoverenkiertohäiriöistä johtuu aivovaltimon repeämisestä. Yleisin syy vuotoon on kohonnut verenpaine, toisena syynä on runsas alkoholin käyttö. Toisinaan aivovaltimossa saattaa olla synnynnäinen muutos, mikä lisää vuotoriskiä. (Terveyskirjasto 2015).

Aivoinfarkti syntyy yleensä äkisti. Yleisimpänä oireena on toispuoleinen raajojen toimintahäiriö, tuntehäiriöitä, puheentueton vaikeutta, kasvojen halvausoireis-toa, näköhäiriöitä, huimausta ja sekavuutta. Aivoverenkierrossa halvausoireet

kehittyvät hitaammin ja vuodon paikasta ja laajuudesta riippuen vaihtelevat lievistä vaikeisiin oireisiin. (Terveyskirjasto 2015).

#### 4.1 Aivoverenkiertohäiriön vaikutuksista motoriikkaan

Aivoverenkiertohäiriön sijainti ja koko vaikuttavat motorisiin vaikeuksiin. Vaikeudet voivat vaihdella pienistä koordinaatio-ongelmista aina toispuolihalvaukseen. Vaurio aivojen motorisella korteksilla aiheuttaa lihasheikkoutta ja motorisen kontrollin puutetta. Tämä voi ilmetä refleksien yliherkkyytenä tai spastisuutena. Sekundaarisina seuraamuksina edellä mainituista saattaa muodostua adaptiivisia muutoksia lihaksissa ja muissa pehmytkudoksissa. Edellä mainituilla on suuri vaikutus toiminta- ja liikkumiskykyyn johtuen heikentyneestä keskushermostosta. Aivoverenkiertohäiriön muita vaikutuksia ovat myös vähäinen lihasaktivaatio ja vaikeus pitää lihasaktivaatiota yllä, vähentynyt lihasten voimankäyttö ja liikkeiden hitaus, synergistilihashasten kontrollin puute ja liikkeiden erottelun vaikeus. Näiden seurauksena yksilöllä on vaikeuksia muun muassa tasapainottaa kehon massaa jalkojen päällä istuutuessa ja seisomaan noustessa sekä kävellessä ja vaikeutta kontrolloida yläraajan niveliä. Myös ns. ”itsestään selvät” toiminnot vaikeutuvat. (Carr & Shepherd 2010, 250).

Aivoverenkiertohäiriöllä on useita muitakin vaikutuksia. Sen haitalliset vaikutukset ilmenevät myös sensoriikan häiriöinä, kielellisinä ja visuaalisina vaikeuksina, muistihäiriöinä ja kognitiivisina ongelmina. (Carr & Shepherd 2010, 261-262).

## 5 VIRTUAALITODELLISUUS

Virtuaalitodellisuutta (VR) hyödyntämällä voidaan luoda oikeaa elämää jäljittelevä ympäristö. Virtuaalitodellisuus tarkoittaa keinotekoisesti tuotettua sensorista informaatiota, mikä mahdollistaa kokemuksen kolmiulotteisessa ympäristössä. (Carr & Shepherd 2010, 47). Virtuaalitodellisuus tarjoaa käyttäjälle mahdollisuuden toimia ympäristössä, joka vaikuttaa olevan samanlainen kuin reaaliympäristö. Käyttäjä pystyy olemaan vuorovaikutuksessa virtuaalisiin objekteihin ja liikkumaan virtuaaliympäristössä. Tavoitteena virtuaalitodellisuudessa on, että käyttäjä tuntisi olevansa läsnä virtuaaliympäristössä, aivan kuin hän on reaaliympäristössäkin. (Weiss ym. 2004).

### 5.1 Näyttölaite

Opinnäytetyössä käytetty näyttölaite on Oculus VR™:n kehittämä puettava näyttölaite Oculus Rift. Näyttölaitteella pystyy katselemaan ympärilleen virtuaalitodellisuudessa niin kuin luonnollisessa tilassa. Laite reagoi pään liikkeisiin mahdollistaen 360 asteen katselualueen. Se tuottaa 3D-näkymää erikseen molemmille silmille samaan tapaan kuin miten normaalisti havainnoimme ympäristöämme näköaistin kautta ja mahdollistaa luonnollisen mukaisen näkymän. (Oculus VR™ 2014).



Kuva 5 Oculus rift (Drake 2015).<http://rightwit.com/2015/05/oculus-rift-entices-consumers-with-potential-pc-application/>

## 5.2 Immersio

Pelaajan uppotumista peliin, kokemusta olevansa osa sitä ja sisällä pelin maailmassa kutsutaan immersiksi. Suurimmassa osassa pelejä tämä on tavoiteltua. Immersio ei tapahdu heti, vaan vaiheittain. Immersion vaiheet ovat:

- Sitoutuminen. Tapahtuu pelin alkuvaiheessa, kun pelaaja tutustuu peliin ja omaksuu sen kontrollit. Pelaajan kiinnostus peliin herää.
- Syventyminen. Pelaajan mielenkiinto peliin kehittyy ja hän huomaa nauttivansa pelistä ja sen haasteista.
- Täydellinen immersio. Pelaaja uppoutuu pelin maailmaan ja tuntee olevansa osa sitä.

Pelinkesittäjältä vaaditaan tarkkaa suunnittelua, jotta kaikki immersion vaiheet toteutuvat. (Salminen 2014, 19-20)

## 6 VIRTUAALITODELLISUUDEN KÄYTTÖ FYSIOTERAPIASSA

Eri terveydenhuollon osa-alueilla ja opetuksessa on tälläkin hetkellä käytössä virtuaalitodellisuuden sovelluksia. Tällaisia ovat esimerkiksi kuntoutuksessa käytettävät robottivusteiset harjoitukset ja kirurgeille luotu virtuaalinen ympäristö, missä he voivat harjoitella käytännön taitoja. (Weiss, P; Keshner, E; Levin, M. 2012. 14) Tutkimuksessaan robottivusteisesta, virtuaalitodellisuusnäkyä hyödyntävästä käden käytön kuntoutuksesta avh:n jälkeen Merians ym. (2011) saivat rohkaisevia tuloksia virtuaalitekniologian käytöstä kuntoutuksessa. Tutkimuksessaan heidän tavoitteensa oli parantaa halvaantuneen yläraajan toimintaa käyttämällä robottikättä, joka avusti liikettä, hanskaa, joka sensoreiden kautta reagoi reaaliaikaisesti liikkeisiin ja yhdisti liikkeen virtuaaliympäristöön, mikä näkyi näytöllä potilaan edessä. Näytöllä oli sovellus, jota potilas pelasi. Yhdessä tutkimukseen käytetyistä peleistä tavoiteltiin tiettyä esinettä ympäristöstä. Kaikkien tutkimukseen osallistuneiden potilaiden käden käyttö parani, mutta tutkimustuloksiin saattoi vaikuttaa positiivisesti useampi asia. (Merians ym. 2011).

VR-tekniologiat voivat tarjota mahdollisuuden harjoitteluun ympäristössä, mikä on todellisuuden tuntuinen, mutta kontrolloitu, ja mikä vastaa yksilön harjoittelun tarpeisiin spesifisti. (Weiss ym. 2014. 13). Tällaiset sovellukset, jotka jäljittelevät oikeaa maailmaa, voivat auttaa kävelyn kuntoutuksessa, jos vaihteleisiin luonnollisiin ympäristöihin on vaikea päästä (Carr & Shepherd 2010, 116). tai ei voi muuten kokea vallitsevat terveydentilan vuoksi (Kamieth ym. 2010, 369).

Teoriassa VR on erittäin hyvä kuntoutuksen työväline neurologisissa sairauksissa. Sen lisäksi että se mahdollistaa tehokkaan harjoittelun, takaa se turvallisen ympäristön, autonomian tunteen sekä tunteen itsenäisyydestä terapeutissa harjoittelussa. (Weiss ym. 2014, 156).

Päähän asennettavalla näytölaitteella (kuten Oculus Rift) mahdollistetaan potilas kohtainen vuorovaikutus luodun ympäristön kanssa. Tässä ympäristössä potilaan toimintaa voidaan tallentaa ja kontrolloida. Tämä mahdollistaa tehok-

kaan motorisen oppimisen ja kuntoutuksen tarjoten potilaalle mielekkäitä ja realistista stimulaatiota. (Weiss ym. 2014. 15). Varhaiset tutkimukset VR:n vaikuttavuudesta osoittavat, että siitä voi olla apua motoristen taitojen palautumisessa. (Carr & Shepherd 2010, 47).

Verrattuna fyysisessä ympäristössä tapahtuvaan harjoitteluun VE (virtuaaliympäristö, Virtual Environment= Virtuaalitodellisuusympäristö) voi tarjota mahdollisuuden toistuvampaan harjoitteluun ja motivoida pidempiin harjoituskertoihin. Alustavat tutkimustulokset tästä kuitenkin osoittavat, että ero harjoituskertojen pituudella on pieni. (Weiss ym. 2014, 27- 28). Useat hypoteesit ehdottavat, että VR olisi potilaasta motivoivampi harjoittelumuoto, koska siinä on pelattava ominaisuus ja harjoittelu on spesifimpää (Weiss ym. 2014. 33). Opimme sitä mitä haluamme oppia, joten harjoittelun konkreettinen ja mielekäs tavoite voi lisätä motivaatiota (Carr & Shepherd 2010, 37- 38). Hyvin immersiiiviset VE:t, jotka on suunniteltu vastaamaan fyysistä ympäristöä, ovat kaikkein tehtäväspesifisimpiä. (Weiss ym. 2014, 28). Immersiivisyyden kokemus voi auttaa potilasta tuntemaan että hän on oikeasti virtuaalitodellisuuteen luodussa ympäristössä (Kamiet al. 2010, 396-398).

## 7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli havainnoida virtuaalitodellisuudessa tapahtuvan harjoittelun hyötyjä ja haittoja yksilön stabiilin ja dynaamisen tasapainon hallinnassa.

Tutkimuskohteet:

1. Vertailla stabiilia tasapainoa terveen henkilön ja avh-kuntoutujan välillä, heidän katsellessaan virtuaalitodellisuuteen luotua ympäristöä.
2. Vertailla dynaamista tasapainoa terveen henkilön ja avh-kuntoutujan välillä, heidän kävellessään virtuaalitodellisuuteen luodussa ympäristössä.
3. Selvittää, millaiseksi kuntoutuja kokee virtuaalitodellisuudessa tapahtuvan harjoittelun.

## 8 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

### 8.1 Tutkimushenkilöt

Opinnäytetyön tutkimuksen kohdejoukko valittiin tarkoituksen mukaisesti vastaamaan tutkimusta. Toiseksi tutkimushenkilöksi etsittiin henkilöä, joka oli sairastanut aivoverenkiertohäiriön. Hänen täytyi kyetä kävelemään itsenäisesti ilman apuvälineitä vähintään 10 metrin matka ja hänellä tuli olla hyvä näkökyky. Hänellä ei saanut olla kognitiivisia vaikeuksia. Toisen tutkimushenkilön tuli olla perusterve henkilö. Tutkittavia tapauksia ja ilmiöitä käsiteltiin ainutlaatuisina

Henkilö A: 50+ nainen, jolla vuonna 2011 aivoinfarkti, minkä seurauksena oikean puoleinen hemipareesi

Henkilö B: 30+ perusterve nainen

### 8.2 Aineistonkeruumenetelmät

Tutkimus oli kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkija luottaa omiin havaintoihinsa ja keskusteluihin enemmän kuin mitausvälineisiin pyrkimyksenä paljastaa odottamia seikkoja tutkittavasta ilmiöstä. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkimussuunnitelma saattaa muotoutua vielä tutkimuksen edetessä. (Hirsjärvi ym. 1997. 164). Tässä tutkimuksessa aineistonkeruumenetelminä käytettiin avointa haastattelua ja systemaattista havainnointia sekä standardoituja toimintakykytestejä.

#### 8.2.1 Liikkumiskyky- ja tasapainotestit

Tutkimuksessa käytettiin 10 metrin kävelytestillä (10MWT) ja Dynamic Gait Index- testiä selvittämään tutkimushenkilön liikkumiskyky ja kävelynopeus. 10 metrin kävelytestillä mitataan testattavan kävelynopeutta. Kävelynopeus laskettiin, jotta saataisiin tietoon tutkimushenkilön normaalikävelynopeus. Testin on



hyvin soveltuva arvioitaessa AVH-kuntoutujan toimintakykyä. (TOIMIA-tietokanta, 2014). Dynaamista tasapainoa testattiin Dynamic Gait Index- testillä, mikä sopii AVH-sairastavan tasapainon testaamiseen (TOIMIA-tietokanta, 2014). Testit suoritettiin samanlaisena molemmille tutkimushenkilöille ja testin tulokset kirjattiin tarkasti ylös. Testiä käytettiin myös määrittämään kuinka paljon tutkimuksen osallistuneiden AVH-kuntoutujan ja terveen henkilön liikkumiskyky ja kävelynopeus eroavat toisistaan.

### 8.2.2 Avoin haastattelu

Tässä tutkimuksessa käytettiin haastattelu muotona avointa haastattelua, jotta saataisiin tutkimushenkilö kertomaan kokemuksistaan mahdollisimman avoimesti ja laajasti. Avoin haastattelu vie paljon aikaa ja vaatii useita haastattelu kertoja. (Hirsjärvi ym. 1997. 209). Avoimessa haastattelussa kysymykset ja juoni ovat pääpiirteittäin ennalta suunniteltuja, jotta saataisiin mahdollisimman kuvaavia vastauksia kuntoutujan kokemuksista. (Vilkka, 2005. s.105). Tutkimushenkilöitä haastateltiin ennen tutkimuksen alkua, sen aikana ja sen jälkeen. Yhteensä haastattelu kertoja kertyi neljä tutkimushenkilöä kohden. Haastattelut toteutuivat yksilöhaastatteluina, tilanteessa oli mukana haastattelijä ja tutkimushenkilö. Haastattelut nauhoitettiin niiden myöhempää analysointia varten. Avoin haastattelun runko liitteessä 4.

### 8.2.3 Systemaattinen havainnointi

Tasapainoa havainnoitiin ulkopuolisen havainnoijan roolista terapian aikana. Koska havainnointia on vaikea tehdä terapiatilanteen aikana, tilanteet videoitiin ja tasapainon havainnointi suoritettiin videotallenteilta. Videoidun suorituksen havainnoinnin etuja ovat, että potilaan ei tarvitse tehdä suoritusta erikseen havainnointia varten, videotallenteen voi näyttää potilaalle ja voidaan yhdessä arvioida suoritusta. Havainnointi videolta helpottaa visuaalista analysointia ja tal-

lenteen antavat runsaasti kvantitatiivista dataa. (Whittle 1996, 159). Tasapainon havainnointia tehtiin lisäksi strukturoidun havainnointikaavakkeen mukaan, jotta molemmilta henkilöiltä testattiin ja huomioitiin samat asiat (Liite 3).

### 8.3 Aineiston analyysi

Nauhoitetut haastattelut kuunneltiin ja kirjoitettiin puhtaaksi. Haastatteluista poimittiin olennainen tieto tutkimuksen kannalta. Tasapainon havainnoinnista kuvatut videot katsottiin läpi useaan kertaan ja kirjattiin niistä tehdyt havainnot. Havaintoja verrattiin alkuperäisellä havainnointi kerralla kirjattuihin havaintoihin ja tiedot yhdistettiin. Videoilta suoritettua havainnointia jatkettiin, kunnes niistä ei enää tehty uusia havaintoja.

### 8.4 Tutkimuksen eteneminen

Syyskuu 2014	Opinnäytetyön aiheen valinta ja raja- us
Lokakuu 2014	Kirjallisuuteen ja tutkimuksiin tutus- tuminen ja suunnitelman kirjoittami- nen
Marraskuu 2014	Yhteistyö Turun Ammattikorkeakou- lun Game Labin kanssa alkaa
Joulukuu 2014- Toukokuu 2015	Pelisovelluksen kehittäminen ja tes- taaminen Opinnäytetyön teoriaosuuden kirjoit- taminen
Tammikuu 2015	Tutkimushenkilöiden valinta
Huhtikuu 2015	Alkuhaastattelu Matkapahoinvointitestit 10-metrin kävelytesti Dynamic Gait Index

Toukokuu 2015	Tasapainon havainnointi Haastattelut
Kesäkuu- Elokuu 2015	Tulosten analysointi Opinnäytetyön kirjoittaminen
Syyskuu 2015	Opinnäytetyön esittäminen

## 8.5 Pelisovelluksen kehittäminen

Opinnäytetyön aikana kehitettiin opinnäytetyössä toteutettavaa havainnointia varten pelisovellus. Pelisovellus suunniteltiin pelattavaksi Oculus riftillä. Sovellus tehtiin tietokonepeliksi, mikä näkyi Oculus riftin näytöllä.

Pelisovelluksen suunnittelu alkoi pelin käsikirjoituksen kirjoittamisella. Käsikirjoitus sisälsi tarkan kuvauksen ympäristöstä, missä pelissä kuljettiin. Ympäristöksi valittiin kesäinen niitty, jolla kulki polku. Polkua pitkin kuljettiin horisontissa näkyvää puuta kohti. Luonto ympäristönä valittiin siksi, että se olisi mahdollisimman erilainen kuin mikään terapiatila. Ympäristön tuli olla myös rauhallinen, eikä sisältää liikaa ärsykeitä, koska tämä oli ensimmäinen havainnointi. Sovelluksen tuli sisältää jokin asia, mitä tavoitella, tässä tapauksessa horisontissa näkyvä puu, jotta pelaaminen olisi mielekästä ja motivoivaa.

Käsikirjoituksen pohjalta insinööriopiskelija aloitti pelisovelluksen ensimmäisen version ohjelmoinnin. Tämän version ohjelmoinnin aikana ympäristön ominaispiirteitä tarkasteltiin Oculus Riftin kautta useita kertoja, jotta saataisiin halutun kaltainen ympäristö. Samalla aloitettiin kehittämään ratkaisua, millä saisi tutkimushenkilön kävelynopeuden ja pelisovelluksen ympäristön ohi lipumisen vauhdin vastaamaan toisiaan. Ratkaisuksi tähän kehitettiin mobiilisovellus, minä avulla säädettiin pelisovelluksen vauhti vastaamaan kävelymaton nopeutta. Tämä oli tärkeää, jotta pelisovellus olisi immerstiivinen.

Ensimmäiset testit pelisovellukselle tehtiin terveillä vapaaehtoisilla henkilöillä. Testit ja haastattelut kuvattiin ja niiden pohjalta tehtiin parannuksia pelisovelluk-

seen. Muutoksia tehtiin niin ympäristöön kuin polun kulkemiseenkin. Lähiympäristöä muutettiin selkeämmäksi; ensimmäisessä versiossa polku ei ollut tarkkarajainen. Palaute tästä oli, että polkua oli vaikea kulkea kun sen tarkkoja rajoja ei tiennyt. Polun reunojen kasvillisuus muutettiin tarkkarajaisemmaksi, mikä helpotti polulla kulkemista. Mittasuhteet nousivat myös esiin. Ympäröivä kasvillisuus koettiin liian suureksi, sen vuoksi mittasuhteet pelissä ohjelmoitiin vastaamaan paremmin todellisuutta. Osa testiin osallistuneista koki ympäristön liian pelkistetyksi. Pelisovelluksen horisonttiin lisättiin vuoristomaisemaa ja taivaalle pilviä. Suurin tasapainoon vaikuttava asia oli polun kulku. Ensimmäisessä versiossa polku oli mutkitteleva. Mutkittelevuus nousi kuitenkin ongelmaksi, koska kävelymatolla pystyy kävelemään vain suoraan. Vaikka pelisovellus oli ohjelmoitu kulkemaan polun mukaisesti niin, ettei kävelijän tarvinnut muuttaa kävelysuuntaansa, aiheutti tämä kuitenkin hämmennyksen ja kävelijä yritti kaartaa polun suuntaisesti. Polku korjattiin kulkemaan suoraan.

Toisella testauskerralla testaukseen osallistui terveitä vapaaehtoisia henkilöitä. Tällä kertaa pelisovelluksen kulkuun oltiin tyytyväisiä. Palautetta tuli pelin grafiikasta sekä mobiili- ja pelisovelluksen toimivuudesta yhdessä. Nämä palautteet johtuivat kokonaisuudessaan pelisovellusta vielä tässä vaiheessa vaivanneista ohjelmointivirheistä eli ”bugeista”. Pelisovelluksen kehittämistä jatkettiin bugien eliminoinnin merkeissä.

## 8.6 Liikepahoinvointitesti

Liikepahoinvointitesti toteutettiin noin viikko ennen varsinaista testauspäivää. Testissä henkilö istui tukevasti tuolilla katsellen VR-ympäristöä maisemien lipuessa ohi ja raportoi ääneen tuntemuksiaan. Liikepahoinvointitesti täytyi tehdä, koska aikaisemmissa kokeiluissa todettiin, että näyttölaitteen käyttö saattoi aiheuttaa joillekin henkilöille matkapahoinvointia. Myös Oculus Riftin testaajat ja pelaajat maailmalla ovat raportoineet liikepahoinvoinnista (Digitoday 2014). Digitodayn artikkelissa kerrotaan, että liikepahoinvoinnille voi olla useita syitä, siihen vaikuttavat muun muassa kuvan tarkkuus ja pelin laatu. Lunar Softwaren

Aaron Foster viittaa liikepahoinvoinnista puhuessaan myös tuotteen kehitysversioihin. Nykyinen kehitysversio on usealla tapaa parempi kuin ensimmäinen kehitysversio, mikä vähentää liikepahoinvointitunteja (Digitoday 2014). Tässä opinnäytetyössä käytössä oli Oculus Riftin ensimmäinen versio. Kumpikaan opinnäytetyön tutkimushenkilöistä ei kuitenkaan kokenut matkapahoinvointia.

## 8.7 Tutkimustilanteet

Ennen asennon hallinnan havainnointia tutkimushenkilöille tehtiin 10 metrin kävelytesti (Liite 2) ja Dynamic Gait Index (Liite 1). Varsinainen havainnointi tehtiin toukokuun 2015 aikana kuntoutus- ja hyvinvointikeskus Variaation tiloissa. Ennen systemaattista havainnointia tehtiin tutkimushenkilöille haastattelu. Tasapainon havainnointi toteutettiin hiljaisessa tilassa, missä sijaitsivat tarvittava teknologinen välineistö ja kävelymatto sekä turvallisuusvälineet. Havainnointitilanteessa oli mukana havainnoitava, havainnoija ja insinööriopiskelija. Insinööriopiskelija toimi kuvaajana ja vastasi laitteiden toimivuudesta.

### 8.7.1 Staattisen tasapainon havainnointi

Havainnoissa staattista tasapainoa (systemaattinen havainnointi, Liite 3) tarkasteltiin henkilön tasapainoa hänen istuessaan hyvässä asennossa istuma-asennossa normaalikorkuisella tuolilla (korkeus 45cm), selkä irti tuolin selkänojasta, jalat tukevasti lattiassa ja kädet sylissä. Henkilöllä oli yllään Oculus Rift- näyttölaite ja turvavaljaat, havainnoija seiso i tutkimushenkilön lähietäisyydellä. Havainnoinnin ajan näyttölaitteella näkyi virtuaalitodellisuusmaisema. Istumasta noustiin seisomaan havainnoiden tasapainoa seisomaan nousussa. Henkilön tasapainoa seisten havainnoitiin tasapainostrategioiden näkökulmasta: säilyttäisikö hän hyvän tasapainon vai ottaisiko hän tasapainostrategiat käyttöön. Istuen ja seisten tasapainoa havainnoitiin minuutin ajan, niin että ensimmäiset 30 sekuntia henkilö katsoi VR-ympäristössä suoraan eteenpäin ja seuraavat 30 sekuntia hän sai katsella sivuillen sekä ylös ja alaspäin.

### 8.7.2 Dynaamisen tasapainon havainnointi

Kävelyn tasapainoa havainnoitiin (Liite 3) henkilön kävellessä kävelymatolla omaa 10 metrin kävelytestin avulla laskettua normaalia kävelynopeuttaan. Tilanteessa tutkimushenkilö seiso i kävelymatolla (havainnointitilanteessa käytetty kävelymatto oli mallia Matrix Tx3 Treadmill) yllään Oculus Rift-näyttölaitte ja turvalaaja t. Havainnointitilanteen alkaessa havainnoitsija laittoi kävelymaton päälle kertoen tutkimushenkilölle hetken, jolloin tekee niin. Tilanteessa käytössä olleella kävelymatolla tämä oli turvallista, koska käynnistysnapin painamisen jälkeen kävelymatto lähti liikkeelle 3 sekunnin kuluttua pehmeästi, hitaasti kiihtyen asetettuun nopeuteen. Kävelymatossa oli myös turvakaiteet edessä ja sivuilla. Kävelymaton hätäkatkaisunaru oli kiinni tutkimushenkilössä.

Mobiilisovelluksen avulla säädettiin maiseman ohilipumisen nopeus vastamaan kävelymaton kävelynopeutta. Nämä parametrit oli asetettu laitteisiin ennen havainnointitilannetta. Linkkinä mobiilisovelluksen ja näyttölaitteen välillä toimi kannettava tietokone.

Ensin kävelyn tasapainoa kävelymatolla havainnoitiin minuutin ajan ilman näyttölaitetta ja seuraavan minuutin ajan henkilön kävellessä VR-ympäristössä. Tämän asettelun avulla mahdollistettiin se, että eron tasapainossa pystyisi havaitsemaan selkeämmin. Kävelyssä havainnoitiin henkilön käsien ja ylävartalon liikettä, painon siirtoa kävelyssä ja kävelyn sujuvuutta huomioiden henkilön terveydentila.

### 8.7.3 Haastattelut

Tutkimushenkilöiden alkuhaastattelu toteutettiin ennen liikepaho i n vointitestiä. Alkuhaastattelussa henkilöiltä tiedusteltiin heidän aikaisempia kokemuksiaan virtuaalitodellisuudessa tapahtuvasta kuntoutuksesta, VR-peleistä sekä tietokonepeleistä ja heidän tietotekniikkatuntemustaan. Henkilöitä kysyttiin myös mitä

odotuksia heillä opinnäytetyön sisällöstä on ja millainen on heidän asennoitumisensa virtuaalitekнологia- avusteiseen kuntoutukseen. Tasapainon havainnoinnin aikana kyseltiin henkilöiltä heidän tuntemuksiaan tasapainosta, virtuaalitoellisuusympäristöstä ja laitteiden käytettävyydestä. Tasapainon havainnoinnin jälkeen siirryttiin henkilön kanssa haastatteluhuoneeseen. Haastattelussa kerättiin tietoa henkilön kokemuksista tasapainostaan VR-ympäristössä ja siitä, mitkä asiat hänen kokemansa mukaan vaikuttivat hänen tasapainoonsa testauksen aikana. Henkilöiden kanssa keskusteltiin vapaamuotoisesti heidän ajatuksistaan ja asenteistaan VR-ympäristössä tapahtuvasta kuntoutuksesta heidän tämän hetken (tähän opinnäytetyöhön osallistumisen) pohjalta.

## 9 TUTKIMUSTULOKSET

### 9.1 Dynamic Gait Index ja 10-minuutin kävelytesti

Dynamic Gait Index toteutettiin tutkimukseen osallistuvilla henkilöillä modifioituna. Kohta 8 ”Portaat” jätettiin testistä pois, koska tilassa, missä testi toteutettiin, ei ollut mahdollisuutta suorittaa kohtaa 8. Näin ollen toteuttamamme testin maksimipistemäärä oli 21, kokonaisessa testissä maksimipistemäärä on 24. Jokaisen kohdan maksimipistemäärä on 3.

	Henkilö A	Henkilö B
DGI	pisteet max 3p/kohta	pisteet, max 3p/kohta
Kävely tasaisella	2,5	3
Kävelynopeuden muutos	3	3
Pään kääntäminen horisontaalitasossa kävelyn aikana	3	3
Pään kääntäminen vertikaalitasossa kävelyn aikana	3	3
Kävely ja käännös	2	3
Esineen yliastuminen	0	3
Esineen ohittaminen	3	3
<b>Yhteensä</b>	16,5/ 21pistettä	21/ 21pistettä

Taulukko 1. Dynamic Gait Index, tulokset

Henkilöllä A on merkittävä muutos tasapainon hallinnassa ja hänen kaatumisriskinsä on suurentunut. Henkilö B selvisi kaikista testin osioista täysin pistein, tulos 21/21. Hänellä on normaali tasapainon hallinta eikä kaatumisriski ole suurentunut.



## 10-metrin kävelytesti

	Henkilö A	Henkilö B
<b>Normaali kävelynopeus</b>	0,57m/s	1,39m/s
<b>Maksimaalinen kävelynopeus</b>	0,58m/s	1,81m/s

Taulukko 2. 10-metrin kävelytesti, tulokset

Kävelyssä yleisin analysoitava parametri on kävelynopeus (Kauranen 2011, 221). Henkilön kävelynopeus voi olla tärkein toimintakyvyn mitta (Carr & Shepherd 2010, 118). Kirjallisuudessa ehdotetaan että optimaalinen kävelynopeus terveellä ihmisellä olisi 1,1-1,5m/s (Carr & Shepherd 2010, 115). Henkilön A kävelynopeus on alentunut hänen terveydentilansa vuoksi, henkilöllä B on optimaalinen kävelynopeus.

## 9.2 Asennon hallinnan havainnointi

## 9.2.1 Henkilö A

Henkilö säilyttää hyvin istumatasapainon katsellen näyttölaitteella VR-ympäristössä sekä eteenpäin että eri suuntiin. Seisomaan noustessaan hän pitää jalat tasaisesti maassa, eikä ota käsillä tukea. Suorituksessa ei ole havaittavissa huojuntaa eikä tasapaino-ongelmia. Seisoessa hänen ei tarvitse ottaa tukea eikä havaittavissa ole huojuntaa tai horjuntaa. Pään kääntely ylös alas ja sivuille sujuvat ongelmitta. Hän ei ota tasapainostrategioita käyttöön säilyttääkseen seisoma-asennon.

Kävellessä ilman näyttölaitetta kävelymatolla henkilön oikea yläraaja on kyynärnivelestä fleksiossa, mutta liikkuu vartalon sivulla myötäillen kävelyä. Henkilöllä on apuvälineinä oikeassa alaraajassa polvituki ja peroneus- tuki. Kävellessään hän heilauttaa oikean alaraajan eteen osaksi supistamalla oikean kyljen lihaksia. Kävelyssä askelpituus ja askelkorkeus ovat symmetriset. Painon siirto ala-

raajalta toiselle on sujuvaa. Kävelynopeus kävelymatolla on 1,8km/h. Testissä käytettiin turvallisuussyistä hieman hitaampaa kävelynopeutta kuin henkilön normaalikävelynopeus 2,0km/h.

Näyttölaitteella VR-ympäristössä kävellessä kävelynopeus aloitettiin aluksi 0,8km/h:ssa, mutta henkilön pyynnöstä se nostettiin 1,8km/h. Joten kävelynopeus ei laskenut käveltäessä virtuaalitodellisuusympäristössä. Henkilön askelpituus ja -korkeus pysyivät muuttumattomina, mutta kävely puolsi hieman oikealle. Myös painonsiirrot pysyivät muuttumattomina verrattuna kävelyyhin ilman näyttölaitetta. Verbaalisella ohjauksella hän pystyi korjaamaan kävelysuunnan. Kävelyn ajan henkilö piti kiinni kävelymaton käsituista turvavaljaista huolimatta.

### 9.2.2 Henkilö B

Henkilö säilytti hyvän istumatasapainon sekä eteenpäin että eri suuntiin katsellessaan. Seisomaan nousu oli sujuva. Seisoessa ja eteenpäin katsellessa hän säilytti hyvän tasapainon, mutta katsellessa sivuille oli havaittavissa huojuntaa. Hän otti käyttöön nilkkastrategian säilyttääkseen tasapainonsa.

Kävelyssä kävelymatolla ilman näyttölaitetta henkilöllä oli symmetrinen askelpituus ja askelkorkeus, yläraajat heiluivat rennosti vartalon sivuilla ja rintarangassa näkyi pieni kierto. Painonsiirrot olivat symmetriset. Kävelynopeus 5km/h.

Kävellessä näyttölaitteen kanssa henkilön kävelysykli ei muuttunut, mutta kävelynopeus laski. Tämä oli odottamaton tulos. Kävelynopeutta saatiin nostettua 2,0 km/h. Henkilö piti kiinni kävelymaton käsituista kävelyn ajan turvavaljaista huolimatta.

### 9.3 Tutkimushenkilöiden kokemus asennonhallinnasta

#### 9.3.1 Henkilö A

Henkilöllä A oli hieman taustatietoa pelisovelluksista, hän oli osana kuntoutustaan käyttänyt Nintendo Wiitä. Wii oli hänelle tuttu myös lapsenlastensa kautta. Hän oli erittäin innokas osallistumaan tähän opinnäytetyöhön kahdesta syystä: se antaisi sekä hänelle että mahdollisesti monille muillekin uuden kuntoutusmuodon sekä siksi, että hän on kiinnostunut teknologian sovelluksista.

Henkilöllä on ollut ongelmia tasapainonhallinnassa johtuen AVH:sta. Hän kertoi että paikalla seisominen on haasteellista, mutta epäili sen johtuvan siitä, että lihakset väsyvät ja oikealla kehon puoliskolla on lihasten hahmotus haasteellista.

Testin aikana hän koki istuma- ja seisomatasapainonsa hyväksi. Tasapainonhallinta kävellessä tuntui hänestä haastavalta. Tästä syystä hän ei pystynyt irrottamaan käsiään kävelymaton käsituesta. Hänelle tuli tunne, että hän saattaisi kaatua jos irrottaisi kädet.

Henkilö kertoi, että vähän ajan kuluttua näyttölaitteen laittamisesta, alkoi hänen oikean näkökenttensä eteen muodostua haalea harso. Tämä haittasi hänen näköään ja mahdollisesti myös kokemusta hyvästä tasapainonhallinnasta. Harso lähti pois näkökentästä muutama minuutti näyttölaitteen pois ottamisen jälkeen. Vaikka näyttölaitteella katselu aiheuttikin hänelle pienen hetkellisen haitan näkökykyyn, oli laitteiden käyttö hänestä miellyttävää.

Henkilö oli testin päätyttyä hyvin innoissaan virtuaalitodellisuuskokemuksesta ja koko havainnointikerran kokonaisuudesta. Hänen mielestään tämäntapainen kuntoutusmuoto olisi erittäin motivoiva. Hän koki, että se tarjoaa rajattomat mahdollisuudet katsella erilaisia ympäristöjä, vaikka niihin ei itse pääsisi. Toiveena hänellä oli, että aiheesta jatkettaisiin tutkimusta ja virtuaalitodellisuutta hyödyntävää kuntoutusta aloitettaisiin lähivuosina käyttämään

### 9.3.2 Haastattelu, Henkilö B

Tietokonepelit olivat henkilölle tuttuja, vapaa-aikaansa hän käyttää paljon niiden parissa. Virtuaalitodellisuuspeleistä hän oli kuullut, mutta ei ollut koskaan kokeillut ja Oculus Rift oli hänellekin aivan uusi. Virtuaalitodellisuudessa tapahtuvasta kuntoutuksesta hänellä ei ollut aikaisempaa kokemusta. Hän osallistui opinnäytetyöhön avoimin mielen vailla ”sen suurempia odotuksia”. Kuitenkin hän kertoi että virtuaalitekniikan mahdollisuudet kiinnostavat häntä.

Henkilö kertoi, ettei hän ole kokenut haasteita tasapainonhallinnassa. Testin aikana hän koki istuma- ja seisomatasapainonsa normaaliksi. Kävellessä hän kuvasi tasapainonhallintansa kohtalaiseksi. Hänestä, kuten henkilö A:stakin, tuntui että käsiä ei uskaltanut irrottaa käsituesta. Hän kuvaili sitä sanoilla ”jos kädet olisi irrottanut, jalat ei olisi noussut”. Tästä syystä hän ei myöskään halunnut kävelynopeutta nostettavan hänen normaaliin kävelynopeuteensa, koska koki tasapainonsa epävarmaksi.

Vaikka hän koki epävarmuutta kävelytasapainossaan, oli hän positiivisesti yllätynyt kokemuksesta. Hänelle nousi ajatus, että tämäntyyppinen kuntoutusmuoto olisi hänelle sopiva. Myös terveille henkilöille voisi kehittää tällaista teknologiaa hyödyntävän kuntoilusovelluksen.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Henkilön A ja B välillä ei ilmennyt huomattavia eroavaisuuksia tasapainon hallinnassa. Henkilön A haasteet dynaamisessa tasapainossa johtuivat AVH:sta ennemmin kuin näyttölaitteesta tai kävelystä VR-ympäristössä. Haastattelussa hän vahvisti tämän havainnoin. Näyttölaitetta käyttäessä tasapainon ongelmaksi muodostui myös oikean silmän näkökenttään muotoutuva harso. Tasapainon hallinnassa näköaistilla on keskeinen merkitys (Carr & Shepherd 2010, 164-168. Sumway-cook, Woollacot 2012, 180-181.), joten harso näkökentän edessä häiritsi olennaisesti tasapainon hallintaa.

Henkilö B tunsu olonsa hieman epävarmaksi näyttölaitteen kanssa, tämä näkyi kävellessä kävelynopeuden laskuna ja seisoessa katseen suuntaa vaihdellessa kevyenä huojuntana. Molemmat henkilöt kertoivat, että kävellessä VR-ympäristössä kävely oli varmaa silloin, kun he pitivät käsillä kiinni kävelymaton turvakaiteesta. Molemmista tuntui, että jos he olisivat irrottaneet, he olisivat saattaneet kaatua.

Tasapainon hallinta, niin kuin kokemus tasapainon vakaudestakin, on hyvin yksilöllistä. On siis vaikeaa vetää suoria johtopäätöksiä havainnoista. Lisäksi AVH:n vaikutukset yksilön toiminta- ja liikkumiskyvyssä ovat hyvin yksilöllisiä. Kuitenkin kahden henkilön tasapainon havainnoinnin ja haastattelujen pohjalta voidaan tehdä oletamus, että VR-ympäristössä staattisen tasapainon hallinta vaikuttaisi olevan helpompaa kuin dynaamisen tasapainon.

Jotta VR-teknologiaa voitaisiin hyödyntää tehokkaimmin kuntoutusmuotona, täytyy tehdä vielä useita tutkimuksia asiasta useasta eri näkökulmasta.

Haastattelut antoivat positiivista palautetta; molemmat henkilöt olivat sitä mieltä, että tutkimusta ja kehitystyötä tällaisen kuntoutusmuodon saamiseksi tulisi jatkaa. Heidän mielestään se lisäisi harjoittelumotivaatiota. Useissa tutkimuksissa on todettu, että harjoittelu VR-ympäristössä saattaa lisätä kuntoutujan motivaatiota pelillisten ominaisuuksien hyödyntämisen vuoksi. (Weiss ym. 2014, 33). Teoriassa tämä voisi motivoida kuntoutujaa pidempiin harjoituskertoihin (Weiss

ym, 27-28). Motivaation herättämisellä ja ylläpidolla on suuri merkitys kuntoutuksessa, kuten Holmqvist ym (2001) totesivat tutkimuksessaan. Tämän opinnäytetyön tulosten perusteella voidaan esittää mahdollisuus, että VR-tekniikan mahdollistamalla keinotekoisella ympäristön vaihdoksella voidaan saada kuntoutuja motivoitumaan kuntoutukseen perinteisiä kuntoutusmuotoja paremmin.

## 11 POHDINTA

Alkuajatus tämän opinnäytetyön tutkimukseen oli hyvin laaja. Se lähti kiinnostuksesta VR-teknologiaan ja neurologiseen fysioterapiaan sekä näiden kahden yhdistämiseen. Ajatus lähti pelisovelluksen kehittämisestä neurologiseen kuntoutukseen. Tätä täytyi rajata, ja päädyin miettimään kävelyn kuntoutuspeliä, missä käveltäisiin VR-ympäristössä. Ajatuksena oli kehittää tutkimusta varten pelidemo, minkä vaikuttavuutta tutkittaisiin tapaututkimuksena.

Yhteistyötahot tutkimukselle oli helppo löytää ja tutkimuksen pelidemon kehittämisen osuus alkoi laajana. Kuitenkin heti alkumetreillä ilmeni yhteistyötahon suunnalta ongelmia. Pelidemon kehitystiimistä jäi pelikoodaajia pois. Tästä syystä demon kehitys viivästyi, jolloin myös tutkimuksen havainnointiosuuden toteuttaminen viivästyi. Tällä aikaa toinen aikaisemmin valituista tutkimushenkilöistä joutui terveydellisistä syistä jäämään pois tutkimuksesta. Viivästykset tutkimuksessa ja demon kehityksen tekniset ongelmat aiheuttivat sen, että aikaisemmin suunniteltua kävelyn kuntoutusinterventiota ei voinut toteuttaa. Tutkimuksen tutkimuskysymystä ja tarkoitusta piti muuttaa.

Tutkimuksen lähtökohdat ja taustateoriat pysyivät samoina, mutta demon kehityksessä nousseiden ilmiöiden johdosta päädyttiin tutkimuksen painopiste siirtää tasapainon havainnointiin. Tasapainon ja asennon hallinnan ollessa hyvin monimutkainen ilmiö, samoin kuin aivoverenkiertohäiriön vaikutukset asennon hallintaan saattavat olla hyvin moninaiset, asetti se paljon haasteita havainnointiin. Henkilön A kohdalla oli vaikeaa rajata sitä, mitkä haasteet tasapainossa johtuvat AVH:n seurauksista ja mitkä pelistä ja näyttölaitteesta. Kuten tutkimuksen teoriaosuudessa on selvennetty, AVH vaikuttaa moniin toimintoihin, joissain tapauksissa hyvin laajasti. Sen tarkoista seurauksista ja syy-seuraussuhteista on vaikea täysin tietää. Tämä toi haasteita havainnointiin ja henkilön oli vaikea eritellä omia tuntemuksiaan tasapainonsa kokemisesta.

On raportoitu, että joillain henkilöillä näyttölaitteen käyttö saattaa aiheuttaa matkapahoinvointia. Matkapahoinvointi saattaa lieventyä, kun näyttölaitetta on käyt-

tänyt pidemmän aikaa. Pelin laatu voi vaikuttaa siihen ilmaantuuko pahoinvointia, etenkin pelit, missä kävellään VR-ympäristössä aiheuttavat eniten matkapahoinvointia. (Linnake, Tuomas. 2014).

Virtuaaliympäristössä tapahtuvassa kuntoutuksessa on vielä monia haasteita ja ongelmakohtia. Etenkin tasapainoon vaikuttavat henkilön terveydentilan lisäksi pelin grafiikan laatu ja näyttölaitteen näytön ominaisuudet. Oletan, että jos pelin grafiikka on huonoa, jolloin kuvavirta saattaa ”tökkiä” ja horisontti olla rakeinen, on tällä suuri vaikutus tasapainoon. Näyttölaitteen näytön ominaisuudet vaikuttavat myös kokemukseen, olettaisin, että mitä todenmukaisempi näkymä on, sen onnistuneempaa tasapainon hallinta on.

Motivaation näkökulmasta virtuaalitodellisuutta hyödyntävällä kuntoutusmuodolla on paljon positiivista. Molemmat tutkimushenkilöt olivat innoissaan uudesta teknologiasta. Voi olla, että tämä innostus kumpusi siitä, että kehitettävä formaatti oli uusi ja molemmille henkilöille tietotekniikka oli tuttua. Mutta on rohkaisevaa ajatella, että VR-sovelluksilla saisi kuntoutujia paremmin motivoitumaan harjoitteluun ja ehkä saavuttamaan tavoitteensa nopeammin. VR-sovelluksissa saisi tuotua pelillisten ominaisuuksien kautta esiin tehtäväspesifisyyden ja ”focus of attention”:n hyvällä pelin käsikirjoituksen suunnittelulla ja ohjelmoinnilla.

Immersiivisen virtuaalitodellisuuden ja fysioterapian yhdistäminen on erittäin mielenkiintoista ja uskon sen olevan myös merkittävä osa tulevaisuutta. Tätä opinnäytetyötä tehdessäni opin erittäin paljon virtuaalitodellisuussovelluksista, niiden hyödyntämisestä fysioterapiassa, moniammatillisesta yhteistyöstä sekä moninaisesti tasapainoon vaikuttavista tekijöistä.



## LÄHTEET

Bergsala. 2015. Nintendon suomen verkkosivusto. (Viitattu 12.9.2015).

<http://www.nintendo.fi/>.

Carr, Janet & Shepherd, Roberta. 2010. Neurological rehabilitation optimizing motor performance. 2<sup>nd</sup> edition.

Felix Kamieth, Patrick Dähne, Reiner Wichert, Juan Luis Villalar, Viveca Jimenez-Mixco, Antonella Arca and Maria Teresa Arredondo. 2010. Exploring the Potential of Virtual Reality for the Elderly and People with Disabilities, Virtual Reality, Prof. Jae-Jin Kim (Ed.), e-kirja. (Viitattu 26.11.2014)

<http://www.intechopen.com/books/virtual-reality/exploring-the-potential-of-virtual-reality-for-the-elderly-and-people-with-disabilities>.

Hirsjärvi. Sirkka., Remes, Pirkko., Sajavaara, Paula. 1997. Tutki ja kirjoita. Hämeenlinna. Tammi.

Holmqvist, Lotta. von Koch, Lena. 2001. Enviromental factors in stroke rehabilitation. Being hospital itself demotivates patients. British Medical Journal 2001. Jun 23; 322(7301): 1501-1502.

Kananen, Jorma. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä, kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kauranen, Kari. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. 2011. Liikuntatieteellinen seura. Tampere. Tammerprint.

Kerätär, Raija. Taanila, Anja. Härkäpää, Kristiina. Ala- Mursula, Leena. 2014. Sairauslähtöisen työ- ja toimintakyvyn arvio monialaiseen arviointimalliin. Alkuperäistutkimus. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim 2014;130(5):495-502.

Linnake, Tuomas. Digitoday. Verkkojulkaisu 2014. Viitattu 5.8.2015.  
<http://www.digitoday.fi/viihde/2014/08/21/oculus-rift--tuki-jaihin-voimme-kaikki-todella-pahoin/201411639/66>.

Merians, Alma S., Fluet, Gerard G., Qiu, Qinyin., Saleh, Soha., Lafond, Ian., Davidow, Amy., Adamovich, Sergei V. 2011. Robotically facilitated virtual rehabilitation of arm transport integrated with finger movement in persons with hemiparesis. Journal of neuroengineering and rehabilitation 2011. 8:27.

Page, Phil; Frank, Clare C.; Lardner, Robert. Assessment and treatment of muscle imbalance, The Janda approach. 2010. Human Kinetics.

Shumway-Cook, Anne & Woollacott, Marjorie H. 2012. Motor Control, translating research into clinical practice. 4<sup>th</sup> edition.

Soinila, Seppo; Kaste, Markku; Somer, Hannu; Alaranta, Hannu. Neurologia. 2.painos. 2006. Duodecim. Helsinki.

Stakes. 2004. ICF: Toimintakyvyn, toimintarajoitteiden ja terveyden kansainvälinen luokitus. Ohjeita ja luokituksia/ Stakes 2004: 4;1237- 5683.

Talvitie, Ulla; Karppi, Sirkka-Liisa; Mansikkamäki, Tarja. Fysioterapia. 2006. Edita Prima Oy. Helsinki.

Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. 2014. Viitattu 15.8.2015.  
<https://www.thl.fi/fi/web/toimintakyky/icf-luokitus>

Vilkka, Hanna. 2005. Tutki ja kehitä. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Weiss, Patrice L., Keshner, Emily A., Levin, Mindy F. 2014. Virtual reality for physical and motor rehabilitation. New York. Springer.

Whittle W. Michael. 1996. Gait analysis, an introduction. 2<sup>nd</sup> edition. Oxford. Butterworth-Heinemann.

Kuvalähteet:

Kuva 1 Kerätär, Raija. Taanila, Anja. Härkäpää, Kristiina. Ala- Mursula, Leena. 2014. Sairauslähtöisen työ- ja toimintakyvyn arvio monialaiseen arviointimalliin. Alkuperäistutkimus. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim 2014;130(5):495- 502.

Kuva 2 Shumway-Cook, Anne & Woollacott, Marjorie H. 2012. Motor Control, translating research into clinical practice. 4<sup>th</sup> edition.

Kuva 3 Body mechanics tecniques inc. The original spinal touch treatment. Saatavissa: <http://www.thespinaltouch.com/>

Kuva 4 Halbe, Adriana; Durigon, Odete de Fatima Sallas. Fisioterapia e menopausa. Saatavissa: [http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?id\\_materia=3211&fase=imprime](http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?id_materia=3211&fase=imprime)

Kuva 5 Drake, Derek. 2015. Oculus Rift Entices consumers with potential PC application. RightWit. Saatavissa: <http://rightwit.com/2015/05/oculus-rift-entices-consumers-with-potential-pc-application/>

## DYNAMIC GAIT INDEX (DGI) – PISTEYTYSOHJE

Nimi \_\_\_\_\_

Pvm ja aika \_\_\_\_\_

Testaaja \_\_\_\_\_

### 1. Kävely tasaisella \_\_\_\_\_ Näyttö ( )

**Ohjeistus:** Kävele tavanomaista vauhtiasi tältä viivalta seuraavalle viivalle saakka (6 m)

**Arviointi:** Valitse kohta, joka vastaa suoritusta

(3) Normaali: kävelee 6 m, ei apuvälineitä, hyvä nopeus, ei ole merkkejä tasapaino-ongelmista, normaali kävelymalli.

(2) Vähäisiä vaikeuksia: kävelee 6 m, käyttää apuvälineitä, hitaampi vauhti, ilmenee lieviä kävelyvaikeuksia

(1) Kohtalaisia vaikeuksia: kävelee 6 m, hidas vauhti, epänormaali kävelymalli, on merkkejä tasapaino-ongelmista

(0) Huomattavia vaikeuksia: ei pysty kävelemään 6 m ilman avustusta, ilmenee merkittäviä kävelyvaikeuksia tai menettää tasapainon.

### 2. Kävelynopeuden muutos \_\_\_\_\_ Näyttö ( )

**Ohjeistus:** Kävele tavanomaista vauhtiasi (1,5 m matka). Kun sanon "vauhtia", kävele niin nopeasti kuin kykenet (1,5 m matka). Kun sanon "hidasta", kävele mahdollisimman hitaasti (1,5 m matka).

**Arviointi:** Valitse kohta, joka vastaa suoritusta

(3) Normaali: pystyy sujuvasti vaihtamaan kävelynopeutta menettämättä tasapainoa tai kävelyn muuttumatta. Normaali, nopea ja hidas kävelynopeus ovat selkeästi erotettavissa toisistaan.

(2) Vähäisiä vaikeuksia: pystyy vaihtamaan kävelynopeutta, mutta ilmenee lieviä kävelyvaikeuksia tai vaihtoehtoisesti kävelyvaikeuksia ei ilmene, mutta ei pysty vaihtamaan selkeästi kävelynopeutta tai joutuu käyttämään apuvälinettä.

(1) Kohtalaisia vaikeuksia: pystyy vain vähäiseen kävelynopeuden vaihtamiseen tai pystyy vaihtamaan nopeutta kävelyn vaikeutuessa merkittävästi tai muuttaa kävelynopeutta, jolloin kävely näennäisesti paranee tai vaihtaa kävelynopeutta

mutta menettää tasapainon pystyen kuitenkin palauttamaan sen ja jatkamaan kävelyä

(0) Huomattavia vaikeuksia: ei pysty vaihtamaan nopeuksia tai menettää tasapainon ja joutuu hakemaan tukea seinästä tai toisen ihmisen on otettava hänestä kiinni.

### 3. Pään kääntäminen vaakatasossa (horisontaalitasossa) kävelyn aikana \_\_\_\_\_ Näyttö ( )

**Ohjeistus:** Kävele tavanomaista vauhtiasi eteenpäin. Käännä päätäsi oikealle tai vasemmalle ohjeistuksen mukaan

(suorituksessa ensin kerran oikealle ja sitten kerran vasemmalle). Pidä katseesi pyydettyssä suunnassa kunnes kuulet uuden ohjeen. Jatka kävelyä koko ajan.

**Arviointi:** Valitse kohta, joka vastaa suoritusta

(3) Normaali: kääntää päätään sujuvasti kävelyn muuttumatta

(2) Vähäisiä vaikeuksia: kääntää päätään sujuvasti lievin kävelynopeuden muutoksin, esimerkiksi lievä häiriö kävelyn

sujuvuudessa tai käyttää apuvälinettä.

(1) Kohtalaisia vaikeuksia: kääntää päätään kävelynopeuden muuttuessa kohtalaisesti, hidastaa, horjuu mutta pystyy korjaamaan tasapainon, ja jatkaa kävelyä.

(0) Huomattavia vaikeuksia: tehtävän aikana ilmenee huomattavia kävelyhäiriöitä, esimerkiksi horjahtaa ulos 38 cm

levyiseltä kävelyradalta, menettää tasapainon, pysähtyy tai hakee tukea.

#### 4. Pään kääntäminen ylös-alas (vertikaalitasossa) kävelyn aikana \_\_\_\_ Näyttö ( )

**Ohjeistus:** Kävele tavanomaista vauhtiasi eteenpäin. Käänä päätäsi ylös- tai alaspäin ohjeistuksen mukaan (suorituksessa

ensin kerran ylöspäin ja sitten kerran alaspäin). Pidä katseesi pyydetyssä suunnassa kunnes kuulet uuden ohjeen. Jatka

kävelyä koko ajan.

**Arviointi:** Valitse kohta, joka vastaa suoritusta

(3) Normaali: Kääntää päätään sujuvasti kävelyn muuttumatta.

(2) Vähäisiä vaikeuksia: selviytyy tehtävästä lievin kävelynopeuden muutoksin, esimerkiksi lievä häiriö kävelyn

sujuvuudessa tai käyttää apuvälinettä

(1) Kohtalaisia vaikeuksia: selviytyy tehtävästä kävelynopeuden muuttuessa kohtalaisesti, hidastaa, horjuu mutta pystyy

säilyttämään tasapainon ja jatkaa kävelyä

(0) Huomattavia vaikeuksia: tehtävän aikana ilmenee huomattavia kävelyhäiriöitä, esimerkiksi horjahtaa ulos 38 cm

levyiseltä kävelyradalta, menettää tasapainon, pysähtyy tai hakee tukea.

#### 5. Kävely ja käännös \_\_\_\_ Näyttö ( )

**Ohjeistus:** Kävele tavanomaista vauhtiasi. Kun sanon "käänny ja pysähdy", käänny tulosuuntaan niin nopeasti kuin pystyt ja

pysähdy (kääntymisen ajanotto aloitetaan "käänny"-ohjeen antohetkellä ja lopetetaan henkilön pysähdyttyä paikoilleen).

**Arviointi:** Valitse kohta, joka vastaa suoritusta

(3) Normaali: Käänny turvallisesti kolmessa sekunnissa ja pysähtyy nopeasti menettämättä tasapainoaan.

(2) Vähäisiä vaikeuksia: Käänny ympäri turvallisesti, aikaa kuluu yli 3 sekuntia ja pysähtyy menettämättä tasapainoaan.

(1) Kohtalaisia vaikeuksia: käänny hitaasti, tarvitsee suullista ohjausta, tarvitsee useita pieniä korjausaskelaita pitääkseen

tasapainon kääntymisen ja pysähtymisen jälkeen.

(0) Huomattavia vaikeuksia: ei pysty kääntymään turvallisesti, tarvitsee apua kääntymiseen ja pysähtymiseen.

#### 6. Esineen yli astuminen \_\_\_\_ Näyttö ( )

**Ohjeistus:** Kävele tavanomaista vauhtiasi. Kun saavut kenkälaatikon luokse (noin 3 m kohdalla), astu sen yli, älä siis kierrä

sitä, ja jatka kävelyä.

**Arviointi:** Valitse kohta, joka vastaa suoritusta

(3) Normaali: pystyy astumaan laatikon yli kävelynopeuden muuttumatta, ei ole merkkejä tasapaino-ongelmista.

(2) Vähäisiä vaikeuksia: pystyy astumaan laatikon yli, mutta joutuu hidastamaan vauhtiaan ja sovittelemaan askeliaan

selviytyäkseen laatikon ylityksestä turvallisesti.

(1) Kohtalaisia vaikeuksia: pystyy astumaan laatikon yli, mutta joutuu pysähtymään, ja sen jälkeen astumaan yli. Tarvitsee suullista ohjausta.

(0) Huomattavia vaikeuksia: ei pysty suoriutumaan tehtävästä ilman apua

## 7. Esineen ohittaminen \_\_\_\_\_ Näyttö ( )

**Ohjeistus:** Kävele tavanomaista vauhtiasi. Kun saavut ensimmäisen kartion luo (noin 1,8 m päässä), ohita se oikealta puolelta.

Kun saavut toisen kartion luo (1,8 m päässä ensimmäisestä), ohita se vasemmalta.

**Arviointi:** Valitse kohta, joka vastaa suoritusta

(3) Normaali: pystyy ohittamaan kartiot turvallisesti kävelynopeuden muuttumatta, ei merkkejä tasapaino-ongelmista.

(2) Vähäisiä vaikeuksia: pystyy ohittamaan molemmat kartiot, mutta joutuu hidastamaan vauhtiaan ja sovittelemaan askeliaan selvittääkseen kartiot.

(1) Kohtalaisia vaikeuksia: Pystyy ohittamaan kartiot mutta joutuu hidastamaan vauhtiaan merkittävästi suoriutuakseen tehtävästä, tai tarvitsee suullista ohjausta.

(0) Huomattavia vaikeuksia: Ei selviydy kartioista, törmää toiseen tai molempiin kartioihin tai tarvitsee fyysistä avustusta.

## 8. Portaat \_\_\_\_\_ Näyttö ( )

**Ohjeistus:** Kävele näitä portaita ylös kuten kotona kävelisit (esim. tarvittaessa tuki kaiteesta). Käänny ylhäällä ympäri ja kävele portaat alas.

**Arviointi:** Valitse kohta, joka vastaa suoritusta

(3) Normaali: vuorotahtinen kävely, ei tarvitse kaidetukea.

(2) Vähäisiä vaikeuksia: vuorotahtinen kävely, kaidetuki on tarpeen.

(1) Kohtalaisia vaikeuksia: tasatahtinen kävely (porras kerrallaan), kaidetuki on tarpeen.

(0) Huomattavia vaikeuksia: ei pysty suoriutumaan tehtävästä turvallisesti.

## KOKONAISPISTEET \_\_\_\_\_/24

Lähde: Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor control. Theory and practical applications. 2<sup>nd</sup> ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 2001.

Suomennostyöryhmä: Erja Ahola, Jenni Tuurihalme, Arja Häkkinen sekä Michael Freeman (suomennetun version

takaisinkäännöksen

tekijä),

2007.

**10 METRIN KÄVELYTESTI MITTAUSLOMAKE**

(To-Mi versio 2010)

Nimi \_\_\_\_\_ Sotu \_\_\_\_\_ Os. \_\_\_\_\_

Mittaaja \_\_\_\_\_ Pvm \_\_\_\_\_ Os. \_\_\_\_\_

Ohje mitattavalle/normaali kävelynopeus:

*"Kävele viivoilla merkitty 10 metrin matka omaa, tavanomaista kävelyvauhtiasi. Kävele vauhtiasi hidastamatta maaliviivan yli. Voit aloittaa NYT."*

Ohje mitattavalle/ maksimaalinen kävelynopeus:

*"Kävele viivoilla merkitty 10 metrin matka niin nopeasti, kun turvallisesti pystyt. Kävele vauhtiasi hidastamatta maaliviivan yli. Voit aloittaa NYT."*

	Normaali	Maksimaalinen
10 metrin kävelyn kulunut aika:	_____ s	_____ s
Kävelynopeus*:	_____ m/s	_____ m/s

\*Kävelynopeus lasketaan: matka (10 m) jaettuna sen kävelemiseen käytetyllä ajalla (s).  
Tulos merkitään lomakkeeseen vauhtina (m/s).

Apuvälineet:

Huomioita

---

---

---

## Tasapainon havainnointi kaavake

Tasapainon havainnointi VR-ympäristössä

Havainnoitava \_\_\_\_\_

pvm \_\_\_\_\_

### Istumatasapaino

Istuminen ilman tukea, alkuasento istuen niin että kädet ovat sylissä ja selkä ei kosketa selkänojaa, mittausaika 60s.

	Katsoessa vain eteenpäin	Katsellessa eri suuntiin
Istuu ilman tukea	_____	_____
Istuu ilman tukea, mutta	_____	_____
ylävartalossa huojuntaa	_____	_____
Nojaa selkänojaan	_____	_____
Ottaa tukea käsillä	_____	_____

Huomioita

---



---

Asennon vaihto, istumasta seisomaan

---



---

### Tasapaino seisten

Seisominen ilman tukea, alkuasento seisten ottaen kädellä tukea tuolin selkänojasta jos on tarpeen, ajanoton alkaessa käsi tuodaan vartalon viereen. Mittausaika 60s.

Seisoo huojumatta		
ilman tukea	_____	_____
Seisoessa huojuntaa,	_____	_____
mutta ei tarvitse tukea	_____	_____
Ottaa käyttöön	_____	_____
lonkkastrategian	_____	_____
Joutuu ottamaan	_____	_____
askeleen	_____	_____
Ottaa tukea käsillä	_____	_____



Huomioita

---



---

### **Dynaaminen tasapaino kävellessä kävelymatolla**

Havainnointiaika 60s, henkilö kävelee kävelymatolla keskimääräistä normaalia kävelynopeuttaan (laskettu 10-metrin kävelytestin tuloksista)

#### **Kävely ilman näyttölaitetta:**

Käsien myötäliikkeet ja asento kävelyn aikana

---



---

Ylävartalon liike kävelyn aikana

---



---

Vartalon sivuttaisliike kävelyn aikana

---



---

Huomioita

---



---

### **Kävely näyttölaitteella VR-ympäristössä**

Käsien myötäliikkeet ja asento kävelyn aikana

---



---

Ylävartalon liike kävelyn aikana

---

---

Vartalon sivuttaisliike kävelyn aikana

---

---

Huomioita

---

---

## **Avoim haastattelu, haastattelurunko**

Haastateltava: \_\_\_\_\_

Onko sinulla ollut ongelmia tasapainonhallinnan kanssa, millaisia?

### **Tasapaino istuen**

Millaiseksi koit tasapainosi hallinnan istuma-asennossa katsellessasi VR-ympäristöä? (Mahdollisesti tarkentavia kysymyksiä: huimauksen tunne, pyörrytyksen tunne, kehon/pään kallistumisen tunne..)

Millaiset asiat häiritsivät tasapainoasi (jos kokemus tasapainonhallinnan menetyksestä)

### **Tasapaino seisten**

Millaiseksi koit tasapainosi hallinnan seisoessani ja katsellessasi VR-ympäristöä?

Millaiset asiat häiritsivät tasapainoasi (jos kokemus tasapainonhallinnan menetyksestä)

**Dynaaminen tasapaino kävellessä kävelymatolla**

Millaiseksi koit tasapainosi hallinnan kävellessäsi VR-ympäristössä?

Millaiset asiat häiritsivät tasapainoasi (jos kokemus tasapainonhallinnan menetyksestä)

Muuta: